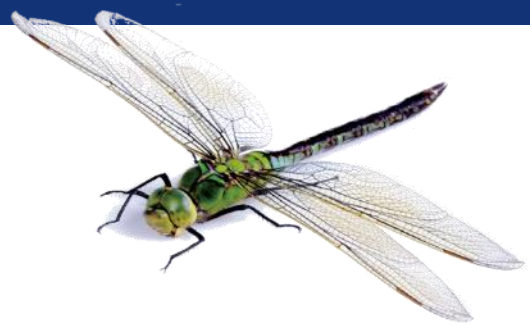
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Strukturleichtbau Kunststoffverarbeitung



„Bioverbundwerkstoffe – Chancen und Herausforderungen“

Faserhalbzeug nach Maß

Anwendung neuer textiler 3D-Technologie für Naturfaserbauteile

J. Lehr

F. Tautenhain

1. **Ausgangssituation uns Problemstellung**

2. **Zielsetzung -** belastungsdedizierte Vliesstoffe und Formteile

3. **Lösungsansatz -** „textile 3D Technologie für Naturfaserbauteile“

4. **Technologieentwicklung**

Herstellungstechnologie → **Werkstoff** → **Bauteiloptimierung** → **Strukturbauteil**

Forschen für die Praxis

Ausgangssituation und Problemstellung

Naturfaserbauteile im automobilen Interieur etabliert

- „Hemp Car“ von Henry Ford 1941 → 70% der Verkleidungsteile aus Naturfaserwerkstoffe
- C Klasse über 70 Naturfaserbauteile, Toyota Kenaf aber auch bei Opel und Ford
- BMW i3 wegweisend weil NF als Sichtbauteil (Armaturenabdeckung Kenaf)

Elektromobilität und CO_2 Debatte potenzielle Innovationstreiber

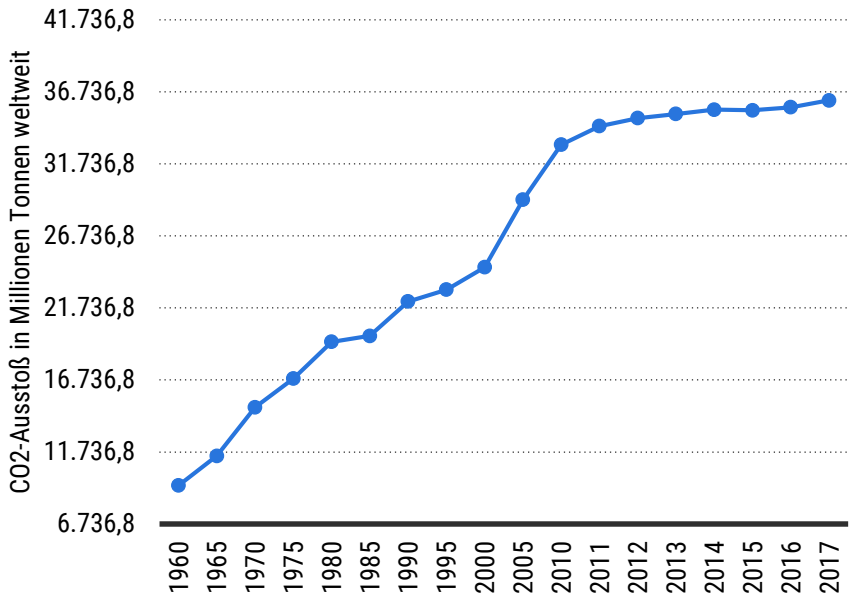
- C02 Diskussion hinsichtlich Rohstoffeinsatz während Produktschöpfung
- Ersatz von spritzgegossenen thermoplastischen Bauteilen (CO_2 Reduktion)
- Sinkende thermische Anforderungen an Bauteile im Motorraum durch Elektromobilität

→ neue Anwendungen für Naturfaserbauteile

Problemstellung

- keine lokale Belastungsanpassung → Überdimensionierung hohes Bauteilgewicht
- homogene NF/PP Mischungen mit 50 Gew% Faseranteil
- Kaum Belastungsdedizierung

→ Material- und Ressourcenverschwendung



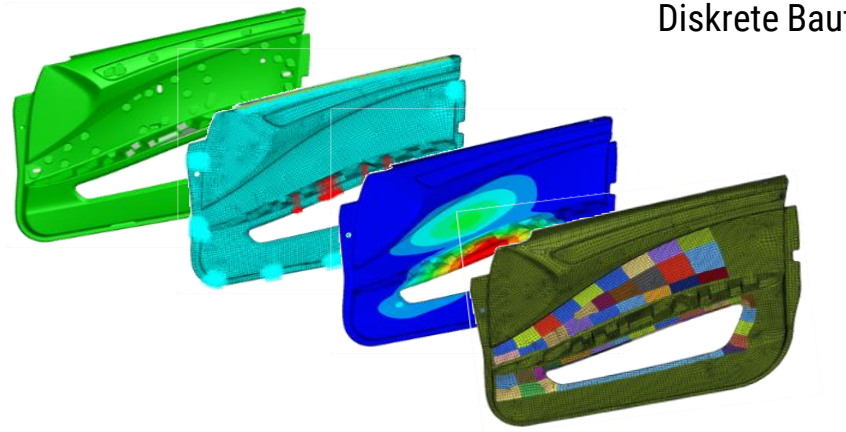
Quelle: Global Carbon Project; ID 37187

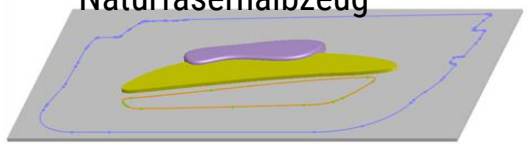
Zielsetzung - belastungsdedizierte Vliesstoffe

1. Flächiges Naturfaserhalbzeug aus Stapelfasern mit belastungsdedizierter Masseverteilung
2. Verfahren für diskrete Bauteiloptimierung (Beachtung der Prozessrestriktionen)
3. Flächengewicht, Faserzusammensetzung im kontinuierlichen Vlieslegungsprozess einstellbar
4. Gewichtsreduzierung von ca. 30 % für Leichtbau Interieur Bauteile
5. Herstellung belastungsangepasster Naturfaserstrukturbauteile

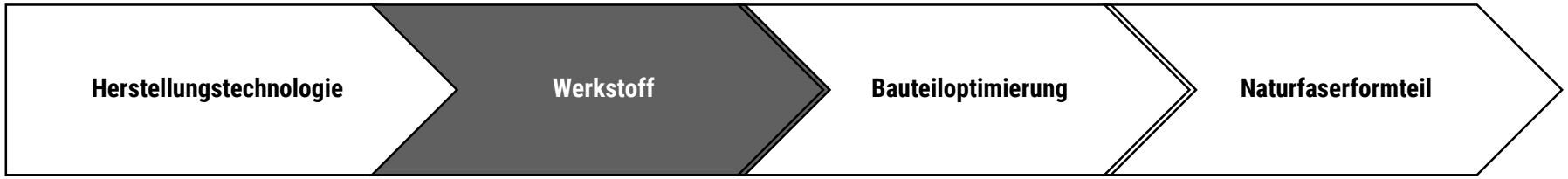
„3D Druck für Naturfaservließstoffe“

Bauteilanforderungen → Einspannung → Prozessrestriktionen → Diskrete Bauteiloptimierung → Materialauswahl → Mattenherstellung → Belastungsangepasstes Naturfaserhalbzeug

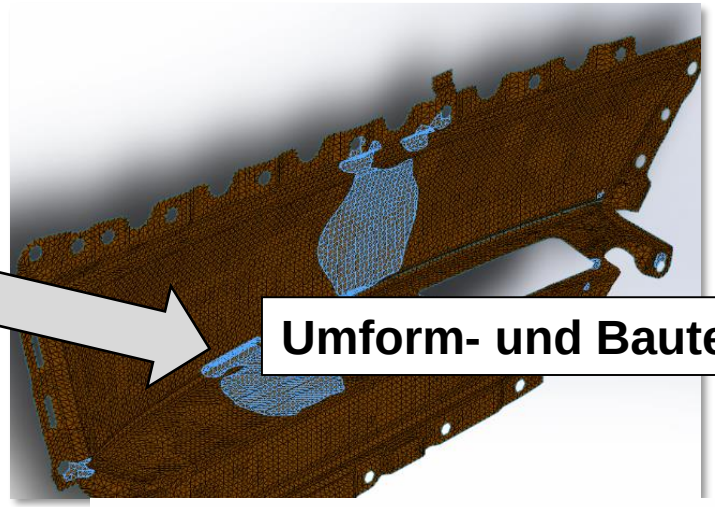




Technologieentwicklung - Werkstoff

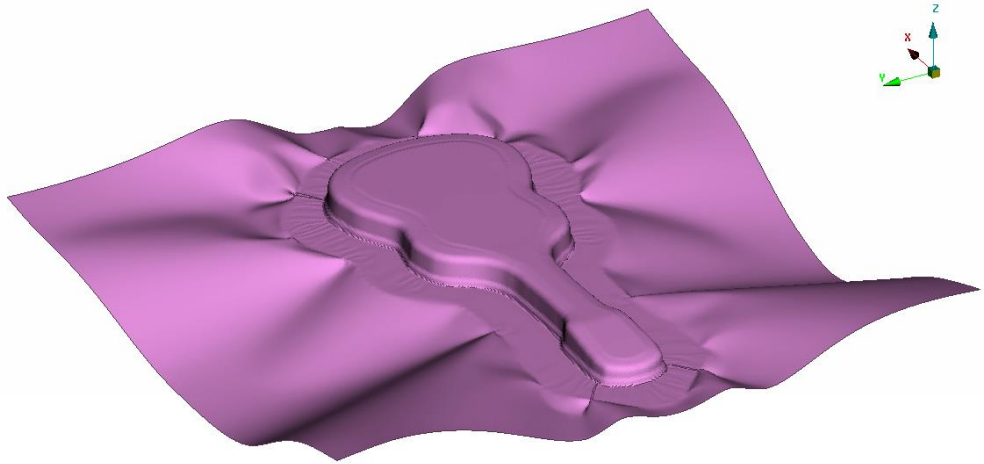


Materialmodell Grundlage für Belastungsanpassung



Umform- und Bauteilsimulation

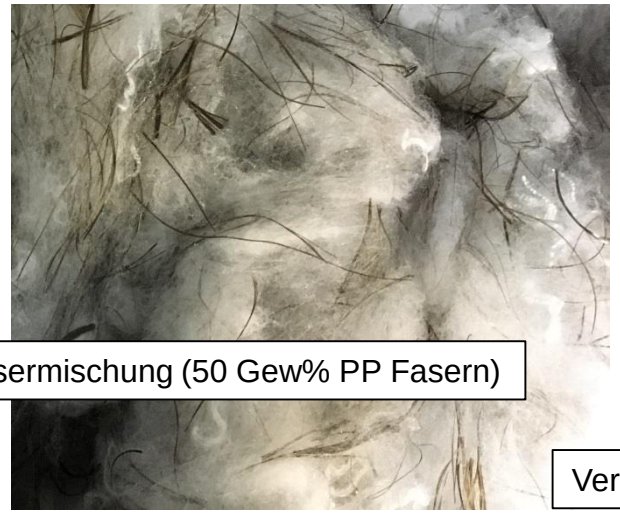
- Charakterisierung simulationsrelevanter Halbzeug Eigenschaften
- **Wärmeübergang** Werkzeug
- Charakteristische mechanische Eigenschaften Naturfaservliesstoff
- Einfluss der **Mattenkomprimierung**
- Nutzen **alternativer Fasertypen** und Verstärkungsfasern
- Verstärkungseffekte einer **lokalen Grammaturerhöhung**
- **Temperaturabhängigkeit** charakteristischer mechanischer Matteneigenschaften



Technologieentwicklung - Werkstoff

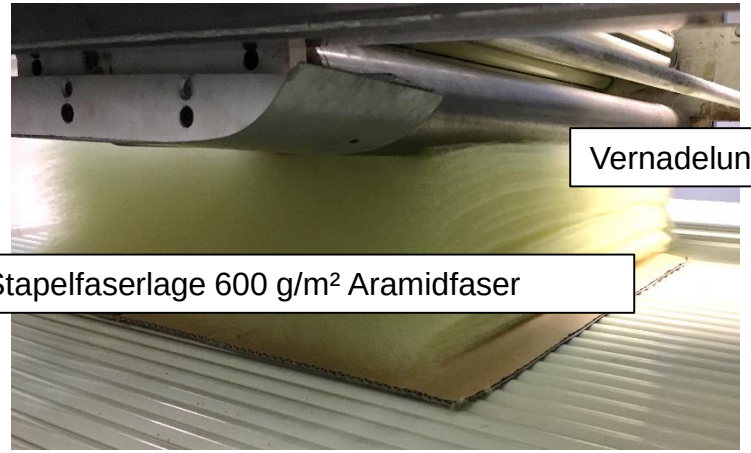
Herstellungstechnologie → **Werkstoff** → Bauteiloptimierung → Naturfaserformteil

- **Einflussfaktor Einbringung Hochleistungsfasern (Beispiel Aramidfasern)**

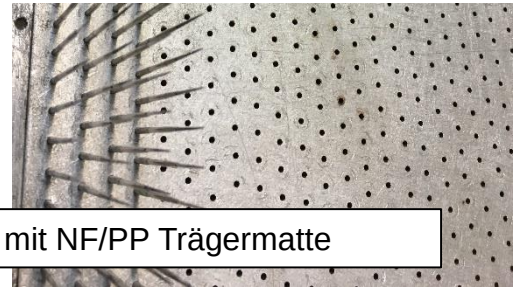


Fasermischung (50 Gew% PP Fasern)

Vereinzelung und Vlieslegung



Stapelfaserlage 600 g/m² Aramidfaser

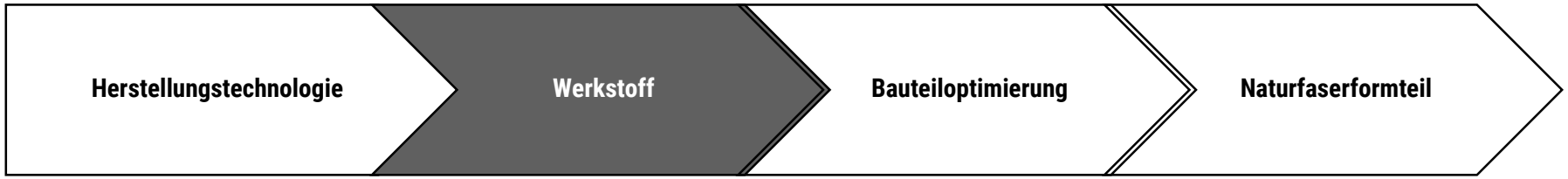


Vernadelung mit NF/PP Trägermatte

Verarbeitung in Thermopressprozess

- Untersucht wurde Verstärkungswirkung von Basalt-; Aramid- und Kohlenstofffasern in Mischung mit PP Fasern
- Vernadelung auf 1000 g/m² NF/PP Matte mit Grammatur 200 – 600 g/m²

Technologieentwicklung - Werkstoff

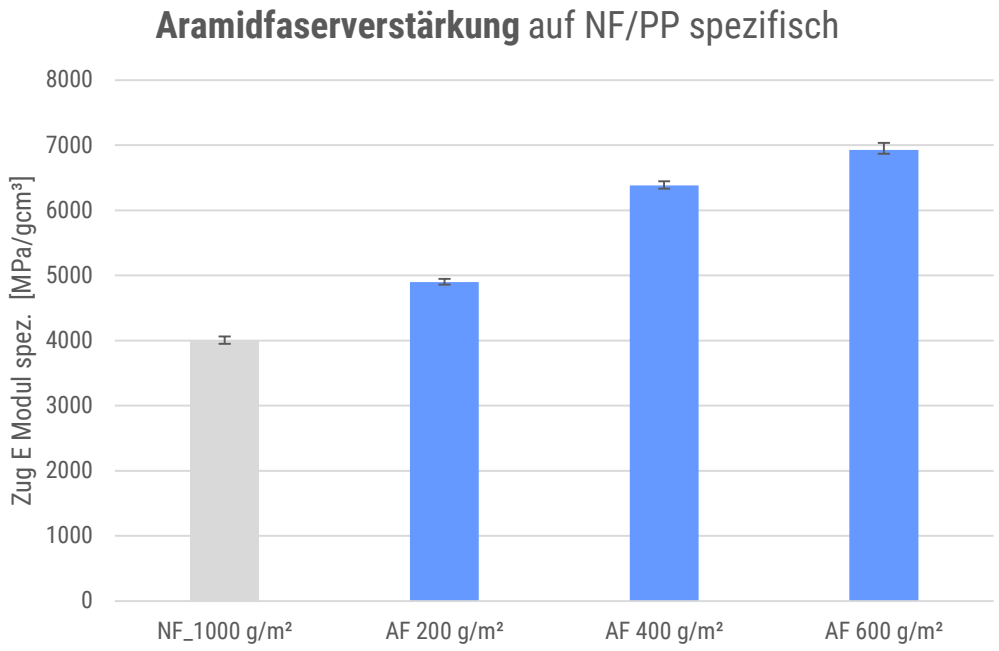


- **Einflussfaktor Einbringung Hochleistungsfasern (Beispiel Aramidfasern)**

Erkenntnisse:

- Hochleistungsfasern erhöhen Mattensteifigkeit und Festigkeit
- Potenzial von Basalt- und Kohlenstofffasern nicht ausgeschöpft
- ➢ (inhomogene Mischung)
- Grammaturen >600 g/m² während Vlieslegung kritisch

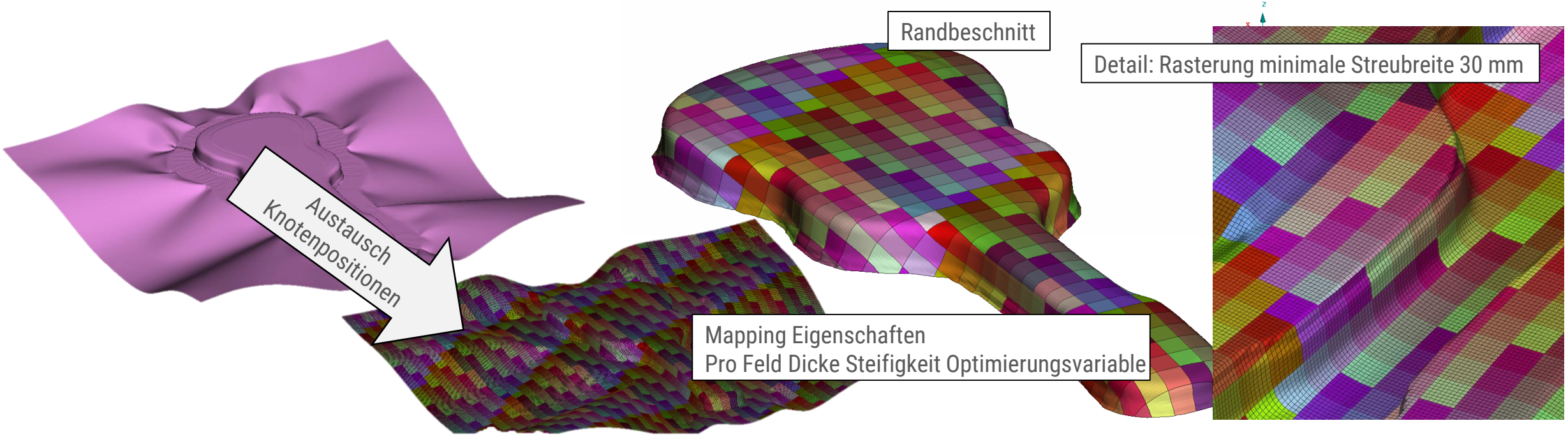
- Aramidfasern mit hohem Leichtbaupotenzial (gute Mischbarkeit)
- Gegenüber NF Trägermaterial hohe spezifische Steifigkeit
- Bis zu 75% höhere spezifische Steifigkeit



Technologiedemonstrator Gitarrenkoffer - Bauteiloptimierung

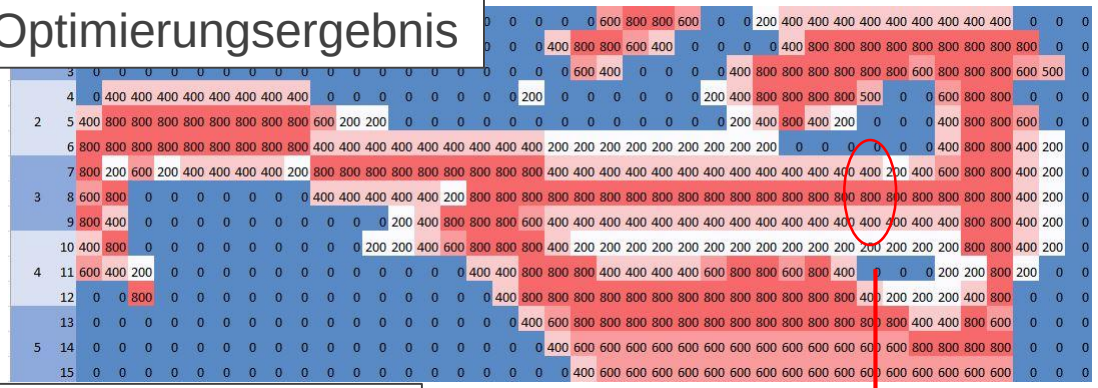
diskrete Umformsimulation am Beispiel Gitarrenkoffer

- **Prozessrestriktionen:** (u.a. Streubreite, maximale Grammaturänderung etc.)
- **Strukturrestriktionen:** (u.a. maximale Verformung)
- **Zielfunktion**: minimales Bauteilgewicht; Randbedingungen (u.a. Einspannung)
- Bauteiloptimierung wurde **diskretisiert** (Prozessrestriktionen)
- Optimierungsbereiche geometrisch an Herstellungsrestriktionen gebunden
- Gleichzeitige Optimierung zweier Variablen für jeden Bereich (Dicke, sowie Grammatur bzw. E Modul)



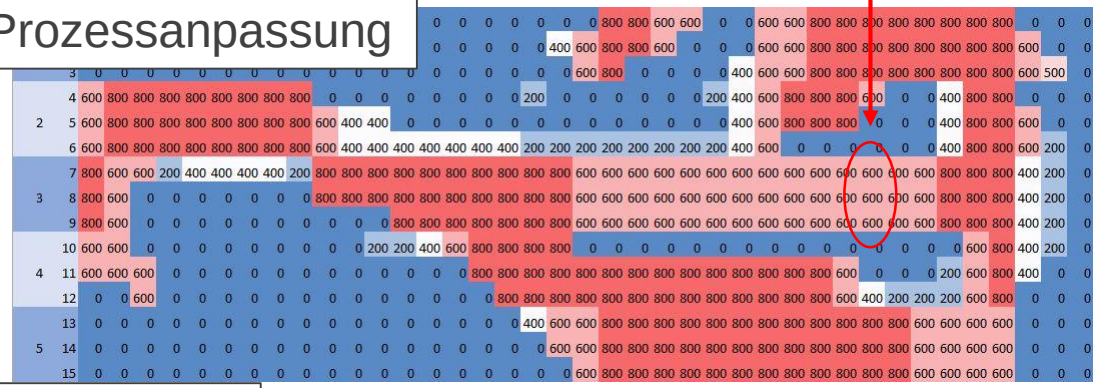
Technologiedemonstrator Gitarrenkoffer - Bauteiloptimierung

Optimierungsergebnis



- Pro Streusegment Grammaturangabe mit zugehöriger Materialeigenschaft
- Direkte Übertragung via Excel in Machinensteuerung

Prozessanpassung

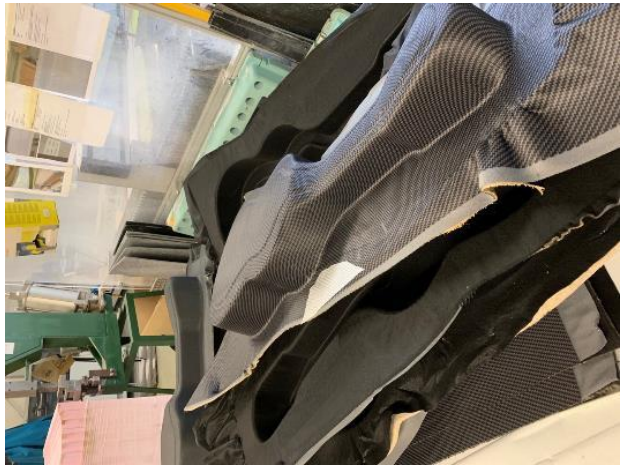


- Auf 100 mm Breite konstante Grammatur oder keine Verstärkung

Evaluierung

- Ggf. Grammaturanpassung an spezifischen Umformprozess
- z.B. reduzierte Grammatur in stark verformten Bereichen (Faltenbildung)

Technologiedemonstrator Gitarrenkoffer - Bauteilherstellung



Materialauswahl:

- NF50/PP50 1600 g/m² Standardmaterial, schwarz)
- NF50/PP50 1000 g/m²
- NF50/PP50 1000 g/m² mit Grammaturverstärkung bis 1800 g/m²

Bauteil:

- Gitarrenkoffer

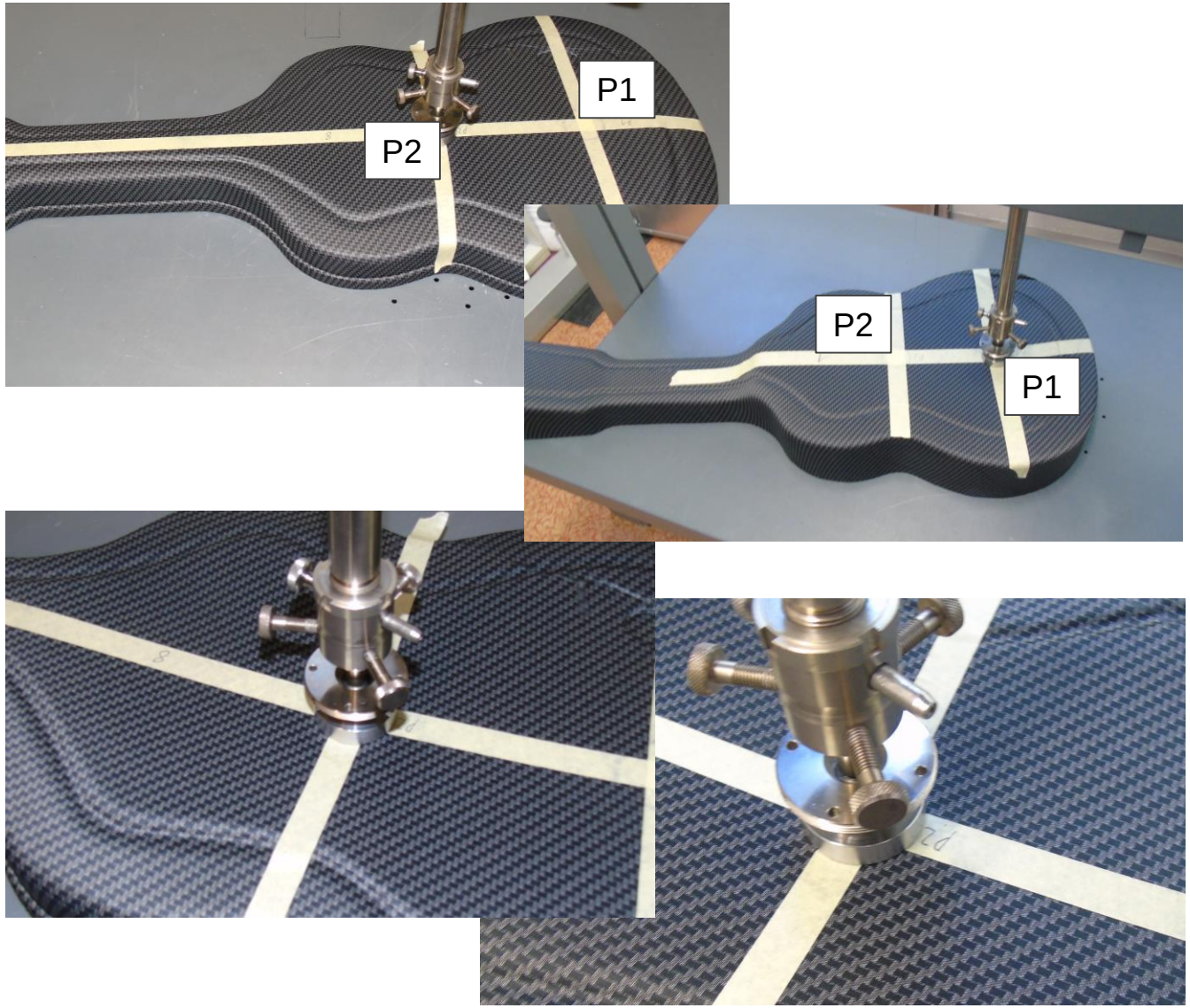
Halbzeug:

- asymmetrisches Trapez, für Ober- und Unterteil gleicher Halbzeug Zuschnitt

Prozessparameter:

- Aufheizzeit: 155 s (bei 195°C)
- Presszeit: 120 s (bei gekühlter Presse und 14°C Rücklauftemperatur)

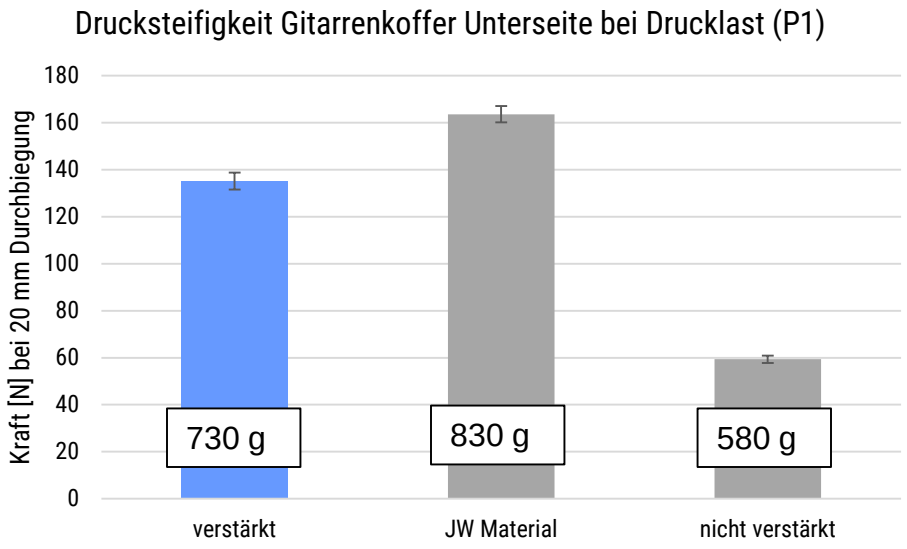
Technologiedemonstrator Gitarrenkoffer – Bauteileigenschaften im Vergleich

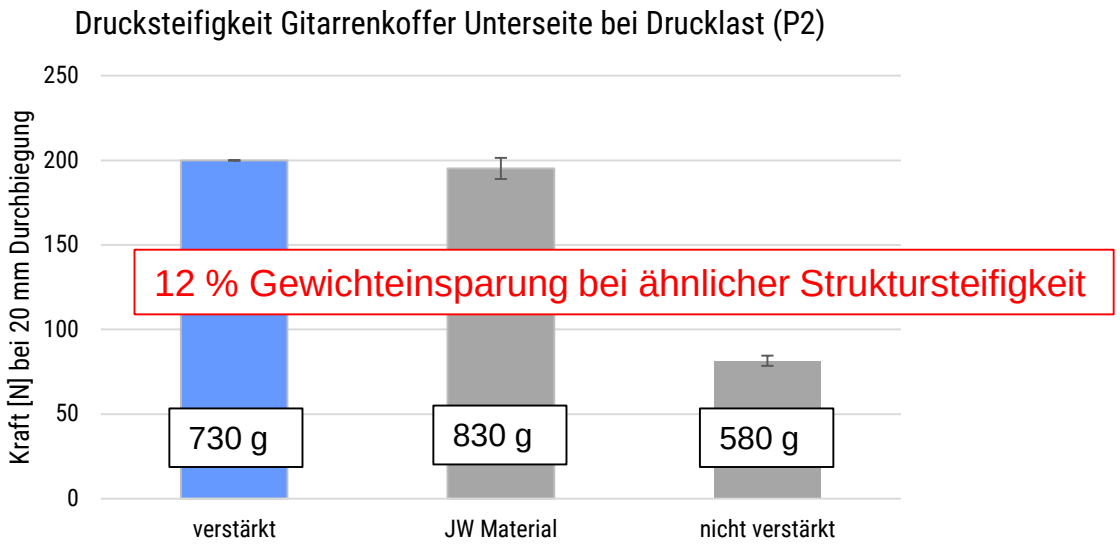


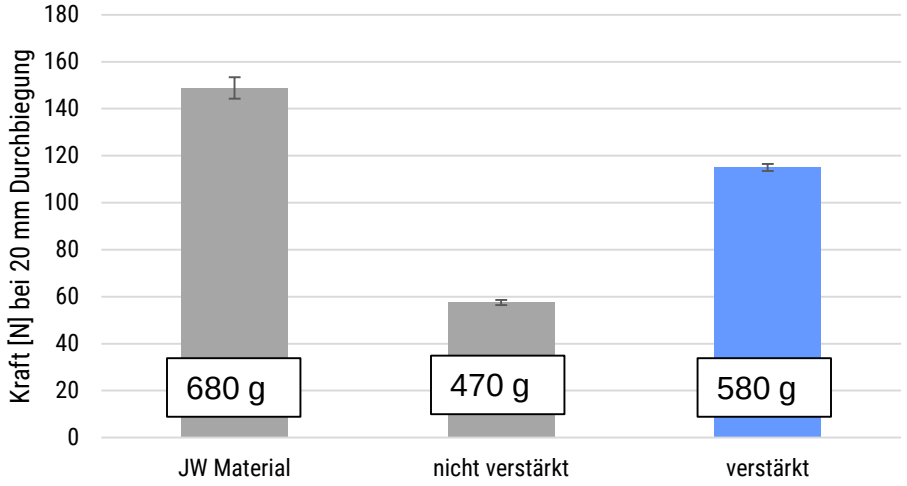
- Standardweg bei 120 N /Durchbiegung des Koffers
- Maximaler Stempelweg 20 mm
- Zwei Prüfpunkte
- 5fach Prüfung pro Punkt und Bauteil

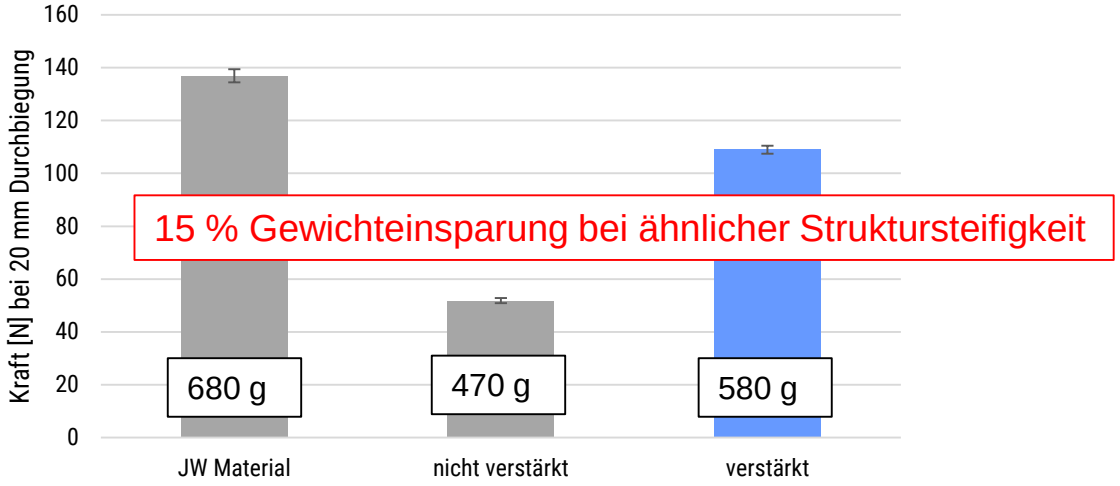
- Kraft bei 20 mm Durchbiegung zeigt Struktursteifigkeit

Technologiedemonstrator Gitarrenkoffer – Bauteileigenschaften im Vergleich









Zusammenfassung

- **Herstellungstechnologie** für grammaturvariable Naturfaservliesstoffe serientauglich
- **Belastungsgerechtes** Naturfaser Strukturbauteil hergestellt
- Deutlich **reduzierter Materialeinsatz**
- Reduziertes Bauteilgewicht (bis zu 30 %) gegenüber NF Bauteilen mit homogenem Flächengewicht
- Hochgradige **Anwendungsspezifizierung für Naturfaserbauteile**

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die finanzielle Förderung des Vorhabens im Rahmen des Programms Zwanzig20- Partnerschaft für Innovation

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung